动 物 学 研 究 2007, Jun. 28 (3): 329－331　　CN 53－1040/Q　ISSN 0254－5853
Zoological Research

云南滇池濒危特有种滇池金线鲃人工繁殖初报

杨君兴*，潘晓赋，李再云
（中国科学院昆明动物研究所，云南 昆明 650223）

摘要：滇池金线鲃（*Sinocyclocheilus grahami*）是滇池湖泊生态系统的指示物种和特有种。因水质污染和外来物种入侵等因素的影响，该鱼类自1986年起就从湖体中消失，仅有湖周围的少数龙潭中尚保存有少量滇池金线鲃。至2007年3月初，有两次繁殖试验取得了成功。先后试验了5尾雌鱼和6尾雄鱼，获得鱼卵约1 600粒，并实施干法受精。约有1 320粒受精，平均受精率为73%。孵化出鱼苗约480尾，平均孵化率为36%。经10天饲养，约有95%以上的鱼苗存活，体长达8—12 mm。滇池金线鲃人工繁殖成功的意义有三点：能有效保护该物种免于灭绝；繁殖的鱼苗放归湖泊合适水域，将有助于恢复滇池的土著生物多样性；有助于推动当地水产养殖业从非土著鱼类养殖向土著鱼类养殖的方向转变。

关键词：人工繁殖；滇池金线鲃；土著鱼类；生物多样性；保护和恢复；滇池
中图分类号：Q959.468；S961.2　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：0254-5853(2007)03-0329-03

Preliminary Report on the Successful Breeding of the Endangered Fish *Sinocyclocheilus grahami* Endemic to Dianchi Lake

YANG Jun-xing*, PAN Xiao-fu, LI Zai-yun
(*Kunming Institute of Zoology, the Chinese Academy of Sciences, Kunming* 650223, *China*)

Abstract: The fish *Sinocyclocheilus grahami* is one of the indicative and endemic species in the Dianchi Lake ecosystem. As a result of pollution and invasion of exotic fishes, the fish had disappeared from Dianchi Lake since 1986 and only a few small populations survive in springs and streams around the lake. Due to the endangered status and special scientific value, *S. grahami* was listed as the second class protective animal of China in 1989. The importance of *S. grahami* and the indigenous biodiversity of Dianchi Lake were recognized by the Global Environment Foundation (GEF) /World Bank and Yunnan Development & Reform Committee. Therefore a special grant was set up to restore and conserve the indigenous biodiversity of Dianchi Lake. The artificial breeding of *S. grahami* is a part of the targeted activities. Two successful breeding experiments were achieved using five females plus six males up to early March 2007. Approximately 1600 eggs were collected, of which 1320 eggs fertilized using the dry-fertilizing method. The mean fertilization rate was 73%. Approximately 480 fish fry was hatched and the mean hatching rate was 36%. After 10 days of cultivation, 95% fingerlings survived and their body lengths were up to 8－12 mm. The importance of the artificial breeding success of *S. grahami* could be summarized as following: effectively protecting the fish from extinction; releasing the fish fry back to appropriate water body of the lake could help to restore the indigenous biodiversity of Dianchi Lake; facilitating the shift of local fish cultivation from the present non-indigenous to the future indigenous fishery.

Key words: Artificial breeding; *Sinocyclocheilus grahami*; Indigenous fish; Biodiversity; Conservation and restoration; Dianchi Lake

滇池金线鲃[*Sinocyclocheilus grahami* (Regan, 1904)]隶属于鲤科（Cyprinidae）鲃亚科（Barbinae）金线鲃属（*Sinocyclocheilus*）。为云南所特有，仅分布于云南的滇池。该物种在1989年被列为国家

* 收稿日期：2007-04-23；接受日期：2007-05-15
基金项目：全球环境基金会/世界银行项目（GEF-MSP grant No. TF051795）；云南省发展和改革委员会项目
* 通讯作者（Corresponding author），E-mail：Yangjx@mail.kiz.ac.cn

二类保护动物，而且在 1998 年被《中国濒危动物红皮书·鱼类》列为濒危等级（Yue & Chen，1998）。

滇池面积 309.5 km^2，是中国第六大淡水湖泊，也是云南高原第一大淡水湖。该湖以丰富的水生生物多样性显示其在全球环境方面的独特价值。这一点可从鱼类和水生高等植物两方面得以印证。滇池流域共有土著鱼类 26 种，其中该湖特有的鱼类 11 种（Yang et al，1994；Yang & Chen，1995）；土著水生植物 62 种，其中生活于湖体的种类有 44 种（Li，1985）。然而，自 20 世纪 60 年代以后，由于环境破坏、水质污染和外来物种的入侵等原因，土著水生生物尤其是土著鱼类在湖体中的种群数量急剧减少。到了 80 年代，绝大部分种类已从湖体中消失。滇池金线鲃的变化就鲜明地代表了这种变化趋势。滇池环境及水生生物的急剧变化引起了国内外的高度关注，并采取了一系列的拯救保护行动。云南省发展和改革委员会于 2004 年立项资助中国科学院昆明动物研究所开展“滇中高原湖泊土著鱼类迁地保育和持续利用研究”，全球环境基金（GEF）也于 2004 年立项资助了“滇池淡水水生生物多样性恢复研究”；这些项目就是来自国内和国际社会的保护行动之一；滇池金线鲃的人工繁殖研究就是这些项目的核心研究内容之一。

1 材料和方法

2006 年 3 月，从滇池流域的嵩明县牧羊河采集滇池金线鲃 200 尾，体长约 50—120 mm。移置于中国科学院昆明动物研究所宝象河土著鱼类繁殖研究基地的 100 m^2 水泥池中饲养，水深控制在 1.2—1.5 m 之间。饲料以通威公司生产的鱼用商品饲料为主，每天基本按体重的 2%—3% 投喂饲料；并根据水温和鱼的进食情况酌情加减。催产激素主要使用宁波第二激素厂生产的马来酸（DOM）地欧酮（按每公斤体重 1 mg）和促黄体素释放激素 A2（LHRH-A2）（按每公斤体重 1 μg）肌肉注射。注射后 24 h 左右施行人工助产、干法受精。受精卵置于孵化桶进行流水孵化。孵化水温控制在 15—18℃。

2 结果与分析

2.1 滇池金线鲃的池塘驯养

自 2006 年 3 月 5 日起，将由滇池流域的嵩明县牧羊河采集到的滇池金线鲃 200 尾、体长约 50—120 mm，置于中国科学院昆明动物研究所宝象河土著鱼类繁殖研究基地的 100 m^2 水泥池中饲养。日常水深控制在 1.2—1.5 m 之间。饲料以通威公司生产的鱼用商品饲料为主，每天按体重的 2%—3% 投喂饲料；并根据水温和鱼的进食情况酌情加减。在一年的人工饲养过程中，发生过鳃部炎症和体表的炎症 2 次，经抗菌素治疗易于恢复，只有 15 尾左右死亡。日常饲以人工配合饲料，鱼喜吃。经一年饲养体长达 80—150 mm，生长良好。从 2007 年 3 月底的外观和触摸检查的情况看，约有 30% 左右的个体性成熟度较好，可用于后续人工催产繁殖试验。

2.2 性腺发育、催产和孵化结果

经过近一年的精心饲养，至 2007 年 1 月初开始检查亲鱼的成熟状况。经解剖镜检，亲鱼的性腺基本均能达到Ⅳ期初。此时在饲料中添加了复合维生素，并少量使用地欧酮（0.3 mg/kg 体重）加上 LHRH-A2（0.5 μg/kg 体重）进行肌肉注射。到 2 月初期检查鱼类腹部，发现多数个体腹部膨大。经镜检亲鱼性腺处于Ⅳ期中。分别于 2 月 6、9、15 日先后对 2、5 和 6 对亲鱼进行催产，得到卵子约 600、2 000、2 500 粒，经干法受精后置孵化桶孵化。经 5 h 后镜检，绝大部分未受精；此三次试验均告失败，催产试验暂停，工作重点转向加强亲鱼营养，并继续定期少量注射地欧酮。至 3 月 4 日检查，则有 2 尾雌鱼性成熟较好，轻按其腹部能少量流出卵子。随即另选 3 尾成熟较好的雄鱼一起进行强化催熟催产（地欧酮 1 mg/kg 体重、LHRH-A2 2 μg/kg 体重）。3 月 5 日检查亲鱼，经轻按其腹部得卵子 600 粒左右，并取雄鱼挤压取精；干法受精后置孵化桶孵化。经 5 h 后镜检，受精率约为 60%。在 15℃左右的水中孵化，7 天后的胚胎发育较好，已开始能观察到胚胎有间隔的颤动。9 天后鱼苗出膜，共得鱼苗 80 尾左右；出膜率约为 22%。鱼苗置于水族缸中精心饲养，存活较好；经 10 天饲养，体长约达 10—12 mm，成活率达 95% 以上。

3 月 8 日又对 3 尾雌鱼和 3 尾雄鱼实施催熟催产，得卵子 1 200 粒左右；干法受精后置孵化桶孵化。经 5 h 后镜检，受精率约为 80%。在 18℃左右的水中孵化，5 天后的胚胎发育较好，已开始能观察到胚胎有间隔的颤动。7 天后鱼苗出膜，共得鱼苗 400 尾左右；出膜率约为 42%。同样将鱼苗置于水族缸中精心饲养，存活较好；经 8 天饲养，体

长约达 8—10 mm，成活率达 95%以上。

2.3 成熟卵子的基本特征

经催产得到的成熟卵子为黄色、略透明；直径为 8—10 mm。受精后置于清水中则迅速变为微粘性，易于相互粘结在一起成为团块状；受精卵子为沉性，沉于水底。吸水后受精卵略膨大，达 12—15 mm。卵膜较薄，在显微镜下易于观察受精卵的发育情况。这些特征都明显区别于鱇鲺白鱼的强粘性卵（Yang，1994；Yang et al，1994；Yang & Chen，1995；Li et al，2003）。

3 讨　论

经过本项目组克服饲养、催产和孵化各环节的困难，终于首次实现了滇池金线鲃的人工繁殖。从试验初步取得的结果来看，有以下几点经验和问题值得总结。

3.1 受精率和孵化率

第二批催产试验取得了 80%受精率的较好结果；但是，由于孵化所需的时间长，孵化率始终偏低，由试验结果看，孵化出膜似乎与水温有关，且温度越高，孵化出膜时间短，出膜率高。提高孵化率是下一步试验急需攻克的问题。根据其他鱼类的人工繁殖经验，从改善孵化水质、溶氧、水流流速等方面进行对比试验应是较好的选择。

3.2 亲鱼培育

经一年的池塘驯养，只有 30%左右的个体性成熟度较好。这一点显示，对亲鱼性成熟所需要的生态条件仍然没有彻底掌握，亲鱼的培育技术仍然有待进一步改进。

3.3 滇池金线鲃人工繁殖的意义

从亲鱼培育的存活率和生长速度来看，滇池金线鲃比较容易适应池塘的静水环境，也比较容易适应人工饵料。与鱇鲺白鱼比较，疾病较少，耐受力也较好。加上其品质久负盛名，当前市场价值在 500 元/kg 左右，是一个具有巨大产业开发潜力的土著特有鱼类。成功繁殖滇池金线鲃，意义有三点：1）能有效地保护该鱼类，使其免于灭绝；2）繁殖的鱼苗放回滇池合适的水域，能有效恢复其天然种群，并有助于滇池的治理；3）对其进行产业化开发和合理利用，有助于引导云南水产养殖业从以养殖外来鱼类为主转向以养殖土著特有鱼类为主的特色产业方向转变。

参考文献：

Chen YY. 1998. Fauna Sinica：Osteichthys，Cypriniformes II［M］. Beijing：Science Press，1-531.［陈宜瑜. 1998. 中国动物志·硬骨鱼纲·鲤形目（中卷）. 北京：科学出版社，1-531.］

Chu XL，Chen YR. 1989. The Fishes of Yunnan，China-Part I Cyprinidae［M］. Beijing：Scence Press，1-377.［褚新洛，陈银瑞. 1989. 云南鱼类志. 北京：科学出版社，1-377.］

Li H. 1985. The relationships between the changes of aquatic vegetation in the Lake Dianchi and the ecological conditions［J］. *Journal of Yunnan University*，**7**（Suppl）：37-44.［李　恒. 1985. 滇池水生植被的变化与生态环境之间的关系. 云南大学学报，**7**（增刊）：37-44.］

Li ZY，Chen YR，Yang JX. 2003. Zygote collecting，hatching and larvae culture of the indigenous *Aabariliu grahami*［J］. *Freshwater Fishery*，（3）：29.［李再云，陈银瑞，杨君兴. 2003. 鱇鲺白鱼的人工采卵孵化和苗种培育. 淡水渔业，（3）：29.］

Regan CT. 1904. On a collection of fishes made by Mr. John Graham at Yunnan Fu［J］. *Ann Mag nat Hist*，**13**（7）：150-195.

Yang JX. 1994. The biological characters of fishes of Fuxian Lake，Yunnan with comments on their adaptation to the lacustrine environments［J］. *Zool Res*，**15**（2）：1-9.［杨君兴. 1994. 云南抚仙湖鱼类的若干生物学特性及其对湖泊环境的适应. 动物学研究，**15**（2）：1-9.］

Yang JX，Chen YR，He YH. 1994. Studies on fish diversity in plateau lakes of the Central Yunnan［J］. *Chinese Biodiversity*，**2**（4）：204-209.［杨君兴，陈银瑞，何远辉. 1994. 滇中高原湖泊鱼类多样性的研究. 生物多样性，**2**（4）：204-209.］

Yang JX，Chen YR. 1995. The Biology and Resource Utilization of the Fishes of Fuxian Lake，Yunnan［M］. Kunming：Yunnan Science and Technology Press，1-224.［杨君兴，陈银瑞. 1995. 抚仙湖鱼类生物学和资源利用. 昆明：云南科技出版社，1-224.］